

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1926

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PRÉSENTÉE PAR

HENRI NOUVION

né le 2 Mai 1900, à AYEN (Corrèze)

Capacité vitale et Force respiratoire.

Y-a-t-il un automatisme pulmonaire ?

Président de thèse : M. le Professeur SERGENT

PARIS

LIBRAIRIE MARCEL VIGNÉ

13, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE 13

—
1926

Capacité vitale et Force respiratoire.

Y-a-t-il un automatisme pulmonaire ?

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1926

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PRÉSENTÉE PAR

HENRI NOUVION

né le 2 Mai 1900, à AYEN (Corrèze)

Capacité vitale et Force respiratoire.

Y-a-t-il un automatisme pulmonaire ?

Président de thèse : M. le Professeur SERGENT

PARIS

LIBRAIRIE MARCEL VIGNÉ

13, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE 13

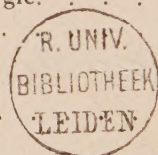
—
1926

LE DOYEN. . . M. ROGER

I. -- PROFESSEURS

MM.

Anatomie	NICOLAS,
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO.
Physiologie.	Ch. RICHET.
Physique médicale	N...
Chimie organique et chimie générale.	DESGREZ.
Bactériologie	BEZANÇON.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.	Marcel LABBÉ.
Pathologie médicale.	SICARD.
Pathologie chirurgicale.	LECÈNE.
Anatomie pathologique.	ROUSSY.
Histologie	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale.	RICHAUD.
Thérapeutique	CARNOT.
Hygiène.	Léon BERNARD.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	MÉNÉTRIÉR.
Pathologie expérimentale et comparée.	ROGER.
	GILBERT.
Clinique médicale	CHAUFFARD.
	ACHARD.
	WIDAL.
Hygiène et clinique de la première enfance.	MARFAN.
Clinique des maladies des enfants.	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux.	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
	DELBET.
Clinique chirurgicale	HARTMANN.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique.	TERRIEN.
Clinique urologique.	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements.	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique.	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique.	SEBILEAU.
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL.
Clinique propédeutique.	SERGENT.
Sans chaire	ROUVIÈRE.



II. -- AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ABRAMI. . . Pathologie médicale.
 ALGLAVE. . . Pathologie chirurgicale.
 AUBERTIN. . . Pathologie médicale.
 BASSET. . . Pathologie chirurgicale.
 BAUDOUIN. . . Pathologie médicale.
 BINET. . . Physiologie.
 BLANCHETIÈRE. Chimie biologique.
 BRANCA. . . Histologie.
 BRULÉ. . . Pathologie médicale.
 BUSQUET. . . Pharmacologie et matière médicale.
 CADENAT. . . Pathologie chirurgicale.
 CHAMPY. . . Histologie.
 CHIRAY. . . Pathologie médicale.
 CLERC. . . Pathologie médicale.
 DEBRÉ. . . Hygiène.
 I. de JONG. . Anatomie pathologique.
 DUVOIR. . . Médecine légale.
 ÉCALLE. . . Obstétrique.
 FIESSINGER. . Pathologie médicale.
 FOIX. . . Pathologie médicale.
 GARNIER. . . Pathologie expérimentale.
 HARVIER. . . Pathologie médicale.
 HEITZ-BOYER. Urologie.
 HOVELACQUE. Anatomie.
 JOYEUX. . . Parasitologie.

MM.

LABBÉ (Henri). Chimie biologique.
 LARDENNOIS. Pathologie chirurgicale.
 LE LORIER. . . Obstétrique.
 LEMAITRE. . . Oto-rhino-laryngologie.
 LEMIERRE. . . Pathologie médicale.
 LÉVY-SOLAL. . Obstétrique.
 LHERMITTE. . Pathologie mentale.
 LIAN. . . . Pathologie médicale.
 MATHIEU. . . Pathologie chirurgicale.
 METZGER. . . Obstétrique.
 MOCQUOT. . . Pathologie chirurgicale.
 MONDOR. . . Pathologie chirurgicale.
 MOURE. . . . Pathologie chirurgicale.
 MULON. . . . Histologie.
 PHILIBERT. . Bactériologie.
 RIBIERRE. . . Pathologie médicale.
 RICHET Fils. . Physiologie.
 N... . . . Physique médicale.
 TANON. . . . Pathologie médicale.
 VAUDESCAL. . Obstétrique.
 VERNE. . . . Histologie.
 VILLARET. . . Pathologie médicale.
 WELTER. . . . Ophtalmologie.

III. -- AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

GOUGEROT. . Pathologie médicale.
 GUÉNIOT. . . Obstétrique.
 ERTTERER. . Histologie.

MM.

TIFFENEAU. . Pharmacologie.
 ZIMMERN. . . Physique.

IV. -- AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.		MM.	
AUVRAY . .	Clinique chirurgicale.	LŒPER. . .	Clinique médicale.
CHEVASSU . .	Clinique chirurgicale.	PROUST . .	Clinique chirurgicale.
LAIGNEL-LAVASTINE . .	Clinique médicale.	RATHERY . .	Clinique médicale.
LEREBoullet. . .	Clinique médicale infan- tile.	SCHWARTZ .	Clinique chirurgicale.
LÉRI. . . .	Clinique médicale.		

V. -- CHARGÉS DE COURS

MM. MAUCLAIRE, agrégé . .	{	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidents du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY		Stomatologie.
CHAILLEY-BERT		Éducation physique.
LEDoux-LEBARD		Radiologie clinique.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON ONCLE H. NOUVION,

*Directeur de la Banque d'Afrique
occidentale française, en témoi-
gnage reconnaissant et très affec-
tueux.*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Si cette étude renferme quelques faits dignes d'attirer l'attention, nous le devons aux maîtres des hôpitaux de Paris dont nous ne sommes que le modeste élève :

Au professeur E. SERGENT, *médecin de la Charité, membre de l'Académie de médecine*, que nous voulons remercier de l'intérêt qu'il a bien voulu nous témoigner : au début de nos études médicales, qui ont été dirigées par son enseignement; à la fin de ces études, à l'occasion de cette thèse inaugurale qui a eu l'honneur d'être présidée par lui;

Au docteur G. CAUSSADE, *médecin de l'Hôtel-Dieu*, à qui nous sommes heureux d'adresser, également, un témoignage de notre gratitude : pour son enseignement libéral et pour ses conseils qui nous ont été très précieux;

Au docteur L. DEVRAIGNE, *accoucheur de l'hôpital Lariboisière*, qui sut prendre notre défense à une heure difficile;

Au docteur R. DEBRÉ, *professeur agrégé, médecin des hôpitaux*.

CHAPITRE PREMIER

Capacité vitale.

La notion de *capacité vitale* a introduit en clinique un élément dont la valeur n'est pas à négliger puisque, à l'état pathologique, elle « s'abaisse à mesure que diminue la force des mouvements respiratoires, l'élasticité ou la perméabilité pulmonaire » (P^r Sergent).

Mais, pour appliquer au sujet pathologique cette notion de *capacité vitale*, il a fallu définir la *capacité vitale* du sujet sain.

Les physiologistes donnent à l'adulte sain une *capacité vitale* de 3^l 500 (P^r Gley) ou 3^l 700 (P^r Arthus).

Mais, disent-ils, c'est une valeur « moyenne ». Or, cette valeur « moyenne », résulte par définition, d'un ensemble de valeurs variables.

Ces variations de la *capacité vitale* « peuvent aller pour l'homme adulte de 3^l 1/4 à 5^l et plus » (D^r Pescher).

C'est pourquoi, pour avoir une notion plus précise de la *capacité vitale* physiologique, on a construit des tables qui rendent compte des variations de la *capacité vitale* avec le sexe, la taille et l'âge.

Mais ces tables traduisent, elles aussi, les valeurs moyennes d'un ensemble de cas très divers : c'est ce qui

explique, sans doute, que les auteurs qui ont pris le soin d'établir ces moyennes donnent des chiffres qui ne sont pas concordants (1).

Ainsi, ces valeurs moyennes que donnent les statistiques, varient lorsque les sujets qui ont servi à les établir ont été différents.

Il y a donc, pour chaque cas physiologique, des variations que les statistiques ne peuvent préciser; il n'y a pas d'étalon physiologique qui définisse la *capacité vitale*.

C'est pourquoi, lorsqu'on veut appliquer la notion de capacité vitale à la clinique, on n'a des indications précises que dans des cas limités : soit que des mesures prises en série mettent en évidence des variations de *capacité vitale*, soit que des mensurations particulièrement faibles ne puissent faire considérer la *capacité vitale* comme physiologique.

Force respiratoire.

Mais si, au lieu de considérer la *capacité vitale*, au point de vue uniquement quantitatif, on examine la façon dont cette *capacité vitale* est émise dans le spiroscope, on arrive à la notion de « *force respiratoire* ».

Ce fait attire peu l'attention chez le sujet physiologique. Mais, le malade, le convalescent de pleurésie par exemple, que l'on veut rééduquer prudemment au moyen

(1) Le Dr Pescher donne, chez les enfants de 12 à 13 ans, la valeur « minima » de 2^l 2; tandis que le Dr R. d'Heucqueville, pour les enfants de 13 ans, indique une valeur de 11 8 (in-*Traité de Pathologie médicale et de Thérapeutique appliquée*.)

d'un spiroscope, émet avec effort les insufflations modérées qui lui sont demandées.

Dans ce cas, l'idée de *force respiratoire*, élément qualitatif, se surajoute nettement à l'idée de *capacité vitale*, élément quantitatif.

Cette idée de *force respiratoire* se précise encore, si on examine les « exercices respiratoires intensifiés », utilisés par M. Pescher dans « *l'entraînement respiratoire par la méthode spirosopique* ».

Dans ce cas, la lumière du tube insufflateur peut être plus ou moins rétrécie par un « robinet de réglage gradué ».

Ce tube insufflateur, à lumière étroite, constitue un obstacle contre lequel le poumon doit lutter par une expiration forte.

Hypothèse.

Mais, puisque cet obstacle arrive à modifier le poumon dans sa valeur fonctionnelle, grâce à des exercices répétés, inversement, il nous a paru logique d'admettre l'hypothèse que l'étude des réactions du poumon, en présence d'obstacles déterminés (qui lui sont opposés dans le tube du spiroscope), pouvait renseigner sur l'état fonctionnel de ce poumon.

Cette idée de *force respiratoire*, utilisée par M. Pescher, dans un but thérapeutique, pour exalter la valeur fonctionnelle du poumon, ne pourrait-on pas l'utiliser, dans un but diagnostique, pour déterminer la valeur fonctionnelle de ce poumon ?

Pour apporter plus de clarté à cette hypothèse, nous voulons donner deux exemples fictifs.

Supposons, d'abord, deux sujets A et B qui ont même *capacité vitale* : 3^l 500. Soumettons ces deux sujets à la même épreuve spirosopique : après inspiration forcée à l'air libre, expiration forcée à travers un tube rétréci. La quantité d'air insufflée est de 3^l pour A, de 2^l pour B. Il nous paraît naturel d'admettre que le poumon A est en meilleur état que le poumon B, bien que la *capacité vitale* de ces deux poumons soit la même.

Autre exemple : le sujet C présente une *capacité vitale* de 3^l; le sujet D, une *capacité vitale* de 4^l. Comme dans l'exemple précédent, soumettons ces deux sujets à la même épreuve spirosopique, à travers un tube rétréci : nous mesurons 3^l pour C, 2^l pour D.

Nous voyons que C a donné un résultat spirosopique égal à sa *capacité vitale*. Au contraire, D a donné un résultat inférieur de moitié à sa *capacité vitale*. En d'autres termes, pour C, le rapport entre la *capacité vitale* et la deuxième mensuration spirosopique est égal à $3 : 3 = 1$; pour D, ce rapport est de $4 : 2 = 2$.

Nous en concluons que le poumon de C est en meilleur état que le poumon de D, quoique la *capacité vitale* de C soit plus petite que celle de D.

Nous pouvons, maintenant, préciser notre hypothèse :

Ce qui renseigne sur l'état mécanique d'un poumon donné, ce n'est pas sa capacité vitale, c'est un rapport entre deux quantités d'air recueillies au cours de deux mensurations spirosopiques : une de ces mensurations se

fait à travers un tuyau libre (elle donne la capacité vitale); l'autre, à travers un tuyau rétréci, par un obstacle déterminé.

CHAPITRE II

Conditions de l'expérience.

Pour soumettre au contrôle des faits l'hypothèse qui vient d'être exposée, il fallait établir un dispositif spiros-copique spécial, définir une technique des expériences, mettre à l'épreuve un certain nombre de sujets.

Nous avons utilisé le spiroscope à eau dont le principe est celui du tube de Torricelli. (« Procédé de la bouteille » du D^r Pescher.)

Ce spiroscope a une capacité de 5 litres.

La lumière de son tube insufflateur peut être rétrécie, tour à tour, par une série d'*obstacles*.

Ces obstacles (*fig. 1*) sont des tubes cylindriques en bois qui sont cloisonnés par une rondelle en cuivre de 8 millimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur.

La partie centrale de cette cloison est perforée d'un



FIG. 1.

orifice circulaire *c* dont le diamètre est variable avec chaque *obstacle*.

Il y a ainsi 19 *obstacles*, définis respectivement par le diamètre de l'orifice circulaire de leur cloison :

16 *obstacles* dont les diamètres vont en progression, qui croît par $1/10^e$ de millimètre de l'*obstacle* V ($5/10^{es}$ de millimètres), à l'*obstacle* XX ($20/10^{es}$ de millim.).

1 *obstacle* XXV ($25/10$ de millimètres).

1 *obstacle* XXX ($30/10$ de millimètres).

1 *obstacle* XL ($40/10$ de millimètres).

Chaque *obstacle* 0 peut être placé sur le trajet du tube insufflateur du spiroscope (fig. 2), de telle sorte qu'il sert de raccord aux deux parties de ce tube qui a été préalablement divisé en deux.

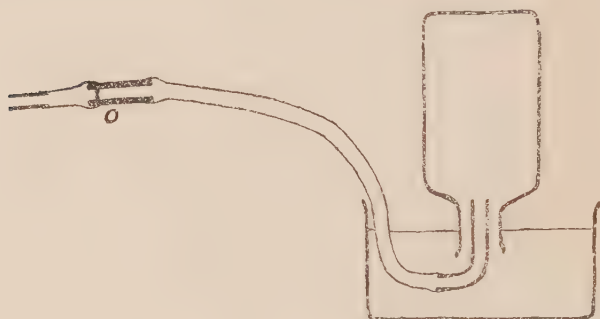


FIG. 2.

Nous avons utilisé, vis-à-vis de chaque *obstacle*, la même technique que pour la recherche de la *capacité vitale* : inspiration maxima à l'air libre suivie, immédiatement après, d'une expiration maxima dans le tube du spiroscope.

La quantité d'air recueillie après chaque épreuve a été mesurée en centilitres.

Chaque épreuve a été renouvelée trois fois pour cha-

que *obstacle*. Par exemple, avec l'*obstacle* X, nous avons obtenu successivement 20, puis 28, puis 23 centilitres (cas n° 16).

Nous avons voulu ainsi mesurer la réaction optima du poumon : le sujet en expérience doit s'efforcer, au cours de chaque épreuve, de donner un résultat supérieur à celui de l'épreuve qui a précédé.

Nous avons obtenu ainsi un chiffre optimum pour chaque *obstacle* : 28 pour l'*obstacle* X, dans le cas pris comme exemple (cas n° 16). C'est ce chiffre optimum que nous rapportons seul, dans la statistique qui est présentée.

Cette statistique groupe cinquante-quatre cas; il s'agit de sujets qui sont, pour la plupart, physiologiques, au point de vue pulmonaire; nous les avons pris, au hasard, dans un milieu rural. Trente-cinq cas du sexe masculin, dix-neuf cas du sexe féminin. Age variant de 10 ans à 72 ans. Taille, de 1^m 31 à 1^m 83.

Réactions devant les obstacles.

Les conditions de l'expérience étant posées, examinons maintenant les réactions des sujets, en présence des *obstacles*.

Ces réactions n'ont été précisées que vis-à-vis de quatre *obstacles* : le XL, le XX, le XV et le X.

Ces *obstacles* ont été choisis — après quelques essais — pour des raisons de commodité qui ont engagé à éliminer les autres *obstacles* : au-dessus de X, parce que le nombre des *obstacles* nous a paru suffisant pour ana-

lyser les phénomènes; au-dessous de X, parce que l'effort d'expiration devenait trop pénible.

Avec l'*obstacle XL*, expiration facile en un temps court : on obtient ainsi la *capacité vitale*.

Avec le XX et le XV, expiration moins facile et plus longue.

Avec le X, l'expiration devient assez pénible, à cause de la résistance qui est opposée et aussi à cause de la durée de l'épreuve; à la phase terminale de l'expiration, en effet, on éprouve un besoin de respirer qui devient impérieux et le visage se cyanose. L'épreuve achevée est suivie de mouvements respiratoires caractérisés par des inspirations de grande amplitude.

On peut objecter à cette façon de procéder — surtout en ce qui concerne l'*obstacle X* — que la quantité d'air expirée est due, avant tout, à la durée de l'épreuve et que l'arrêt de l'effort d'expiration se produit lorsque le maximum d'apnée volontaire est atteint.

Pour répondre à cette objection, il était nécessaire de mesurer la durée de chaque épreuve et de rechercher le maximum d'apnée volontaire. Cette dernière recherche a été effectuée de la façon suivante : d'abord, en inspiration forcée, puis en expiration forcée. Nous avons voulu ainsi nous rendre compte des variations du maximum d'apnée volontaire avec la pression intra-pulmonaire.

Grouperement des faits.

Le tableau ci-dessous groupe les 54 cas qui ont été étudiés.

Il mentionne pour chacun d'eux : le sexe, la taille,

l'âge, les résultats obtenus avec chaque *obstacle* (quantité d'air mesurée en centilitres, temps mesuré en secondes), enfin, le maximum d'apnée volontaire en inspiration forcée et en expiration forcée :

Résultats avec chaque obstacle
(Quantité en centilitres,
Durée en secondes)

MAXIMUM
d'apnée vol¹

N ^{os}	Sexe	Taille	Age	XL	XX	XV	X	Insp.f.	Exp.f.	$\frac{CV}{X}$
1	masc.	1,68	22	37 34"	35 42"	31 40"	19 39"			$\frac{37}{19} = 1,9$
2	fem.	1,52	51	30	27 29"	25 43"	23 61"	55"	47"	$\frac{30}{23} = 1,3$
3	masc.	1,67	16	39 23"	38 29"	29 41"	18 43"	38"	21"	$\frac{39}{18} = 2,1$
4	fem.	1,54	14	21 11"	21 18"	17 30"	9 28"	34"	17"	$\frac{21}{9} = 2,3$
5	masc.	1,71	28	40 25"	40 46"	37 54"	26 62"			$\frac{40}{26} = 1,5$
6	---	1,68	53	36 25"	34 33"	34 46"	30 64"	57"	46"	$\frac{36}{30} = 1,2$
7	---	1,53	16	32 10"	31 20"	31 25"	24 39"	29"	21"	$\frac{32}{24} = 1,3$
8	---		12	20	17 10"	16 12"	15 23"	22"	15"	$\frac{20}{15} = 1,3$
9	---	1,38	10	22	21 15"	19 18"	19 21"	30"	13"	$\frac{22}{19} = 1,2$
10	---	1,53	14	21 10"	20 21"	20 36"	16 35"	25"	9"	$\frac{21}{16} = 1,3$
11	fem.	1,39	11	19 7"	18 10"	18 17"	15 24"	31"	11"	$\frac{19}{15} = 1,2$
12	---	1,58	49	23 17"	23 16"	21 23"	13 28"	44"	29"	$\frac{23}{13} = 1,7$
13	---	1,60	28	27 10"	25 22"	24 35"	18 52"	59"	34"	$\frac{27}{18} = 1,5$
14 ⁰¹	masc.	1,75	45	51 45"	50 38"	45 41"	30 64"	85"	23"	$\frac{51}{30} = 1,7$
15	fem.	1,53	36	24 17"	23 24"	22 40"	13 38"	52"	17"	$\frac{24}{13} = 1,8$
16	masc.	1,72	21	35 24"	35 39"	32 53"	28 69"	65"	47"	$\frac{35}{28} = 1,2$
17	---	1,47	12	22 12"	22 14"	23 20"	18 26"	48"	13"	$\frac{22}{18} = 1,2$
18	---	1,72	17	45 27"	45 30"	39 48"	28 51"	53"	17"	$\frac{45}{28} = 1,6$

(1) Pour ce cas n° 14, la bouteille spirosopique de 5^l n'étant pas assez grande, la mesure de la capacité vitale a été pratiquée avec 2 bouteilles, réunies au tube de l'obstacle par un tube en Y.

Résultats avec chaque obstacle
(Quantité en centilitres,
durée en secondes)

MAXIMUM
d'apnée vol'

N ^{os}	Sexe	Taille	Age	XL	XX	XV	X	Insp.f.	Exp.f.	$\frac{CV}{X}$
19	fem.	1,58	16	24 13"	23 25"	22 36"	16 42"	64"	30"	$\frac{24}{16} = 1,5$
20	---	1,45	13	20 5"	20 19"	19 20"	13 23"	32"	8"	$\frac{20}{13} = 1,5$
21	---	1,60	22	30 20"	28 25"	26 34"	15 36"	37"	16"	$\frac{30}{15} = 2$
22	masc.			42 20"			22 46"	48"	20"	$\frac{42}{22} = 1,8$
23	---	1,35	10	16 5"	16 11"	15 11"	12 16"	42"	11"	$\frac{16}{12} = 1,3$
24	---	1,66	22	32 18"	32 45"	32 49"	22 54"	63"	32"	$\frac{32}{22} = 1,4$
25	---	1,48	12	22 12"	21 27"	20 32"	14 34"	27"	13"	$\frac{22}{14} = 1,5$
26	fem.	1,58	17	30 35"	29 34"	26 44"	18 48"	75"	21"	$\frac{30}{18} = 1,6$
27	masc.	1,83	28	42 17"	40 22"	39 35"	21 47"	65"	13"	$\frac{42}{21} = 2$
28	---	1,62	23	35 11"	32 20"	23 19"	18 29"	28"	14"	$\frac{35}{18} = 1,9$
29	fem.	1,59	17	30 7"	29 16"	26 27"	21 39"	43"	23"	$\frac{30}{21} = 1,4$
30	masc.	1,43	11	23 7"	22 12"	22 23"	16 27"	36"	11"	$\frac{23}{16} = 1,4$
31	---	1,52	12	31 14"	30	30 33"	25 46"	52"	18"	$\frac{31}{25} = 1,2$
32	---	1,82	27	39 12"	39 23"	26 25"	12 19"	20"	26"	$\frac{39}{12} = 3,2$
33	---	1,67	21	28 22"	26 26"	25 43"	21 54"	73"	22"	$\frac{28}{21} = 1,3$
34	---	1,63	58	35 33"	35 36"	35 36"	33 64"	76"	39"	$\frac{35}{33} = 1$
35	---	1,71	37	40 22"	38 28"	30 43"	19 54"	60"	15"	$\frac{40}{19} = 2,1$
36	---	1,34	10	18 10"	17 18"	17 21"	13 25"	34"	11"	$\frac{18}{13} = 1,3$

Résultats avec chaque obstacle
(Quantité en centilitres,
durée en secondes)

MAXIMUM
d'apnée vol'

N ^{os}	Sexe	Taille	Age	XL	XX	XV	X	Insp.f.	Exp.f.	$\frac{CV}{X}$
37	fém.	1,42	12	19 5"	19 9"	18 15"	14 22"	25"	12"	$\frac{19}{14} = 1,3$
38	masc.	1,33	11	13 7"	13 7"	13 11"	9 17"	23"	15"	$\frac{13}{9} = 1,4$
39	fém.	1,57	15	25 11"	24 22"	23 27"	19 38"	37"	13"	$\frac{25}{19} = 1,3$
40	---	1,52	52	26 19"	26 26"	25 38"	19 52"	45"	34"	$\frac{26}{19} = 1,3$
41	masc.	1,75	44	36 23"	30 23"	22 25"	11 23"	15"	10"	$\frac{36}{11} = 3,2$
42	---	1,66	72	27 9"	28 26"	27 34"	16 37"	38"	13"	$\frac{28}{16} = 1,6$
43	---	1,63	69	31 24"	31 39"	30 54"	19 58"	58"	23"	$\frac{31}{19} = 1,6$
44	fém.	1,43	12	16 11"	16 16"	14 22"	12 28"	14"	15"	$\frac{16}{12} = 1,3$
45	---	1,53	11	20 10"	19 18"	11 26"	10 20"	23"	14"	$\frac{20}{10} = 2$
46	masc.	1,61	25	45 16"	44 24"	38 34"	24 43"	77"	24"	$\frac{45}{24} = 1,8$
47	---	1,72	29	38 11"	40 24"	39 40"	34 72"	76"	34"	$\frac{40}{34} = 1,1$
48	fém.	1,31	38	21 13"	21 10"	20 21"	14 25"	48"	29"	$\frac{21}{14} = 1,5$
49	---	1,45	59	14 15"	12 23"	19 33"	9 21"	39"	24"	$\frac{19}{9} = 2,1$
50	masc.	1,76	49	46 29"	46 40"	42 61"	29 68"	85"	48"	$\frac{46}{29} = 1,5$
51	---	1,77	21	50 24"	50 35"	46	28 60"	53"	24"	$\frac{50}{28} = 1,7$
52	---	1,74	54	40 11"	39 18"	31 24"	16 23"	42"	15"	$\frac{40}{16} = 2,5$
53	fém.	1,58	50	30 12"	31 18"	30 31"	20 39"	71"	27"	$\frac{31}{20} = 1,5$
54	masc.	1,63	15	24 10"	24 20"	23 31"	16 34"	26"	11"	$\frac{24}{16} = 1,5$

Le tableau ci-dessus présente des faits bruts, consignés dans l'ordre où ils ont été recueillis du sujet n° 1 au sujet n° 54.

Interprétation des faits.

Nous arrivons maintenant à l'interprétation de ces faits.

Examinons les résultats obtenus avec chaque *obstacle*. Ces résultats se traduisent par un chiffre qui exprime un volume d'air en centilitres.

Prenons comme exemple le cas n° 1.

Nous pouvons le représenter graphiquement, en portant les *obstacles* en abscisses et les volumes en ordonnées :

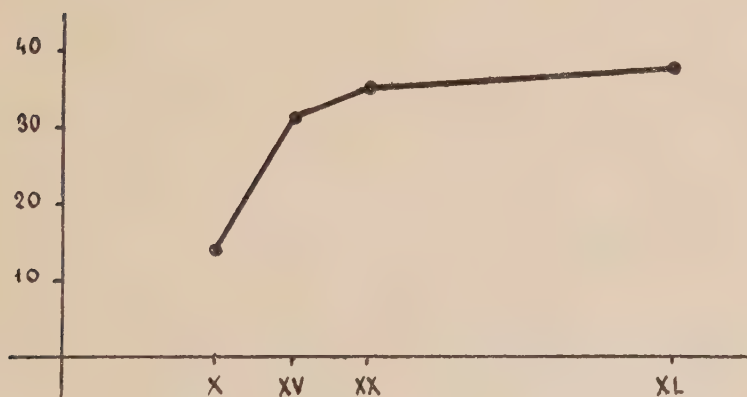


FIG. 3.

(Quantité d'air expiré, en ordonnées; obstacles, en abscisses.)

On peut considérer deux parties dans la courbe construite : une partie droite, qui est très voisine de l'horizontale; une partie gauche, qui se rapproche de la verticale.

La partie droite mesure sensiblement la *capacité vitale*, puisqu'elle représente des grandeurs de 37 à 35 centilitres et que la *capacité vitale* est donnée par l'*obstacle XL*, avec lequel nous avons obtenu 37 centilitres.

La partie gauche de la courbe mesure des quantités nettement inférieures à la *capacité vitale* : 31 pour l'*obstacle XV* et 19 pour l'*obstacle X*.

L'*obstacle XX*, qui sépare la partie droite de la courbe de la partie gauche, est donc un « *obstacle limite* », au-dessus duquel les quantités d'air mesurées sont égales à la *capacité vitale*, au-dessous duquel ces quantités sont inférieures à la *capacité vitale*.

Ainsi, chaque poumon étudié peut être défini, au point de vue fonctionnel, par une *courbe* et par un *obstacle limite* qui lui sont propres.

Cette notion d'*obstacle limite* permet de classer les divers cas examinés, en considérant que les poumons qui ont donné la meilleure épreuve fonctionnelle sont ceux qui ont l'*obstacle limite* le plus étroit; il paraît bien évident, en effet, que le poumon qui a X comme *obstacle limite*, a été capable de fournir un effort supérieur à celui fourni par cet autre poumon qui a XX comme *obstacle limite* et qui, par conséquent, n'a pas été capable de donner sa *capacité vitale* à travers les *obstacles XV* et X.

L'*obstacle limite* peut donc servir à classer les divers cas examinés.

Nous avons considéré comme *obstacle limite*, celui qui permet encore une mensuration spirosopique égale à la *capacité vitale* ou très voisine de cette capacité (présen-

tant avec elle une différence de volume qui n'excède pas 3 centilitres).

Nos cas peuvent donc se répartir en quatre groupes, définis respectivement par les *obstacles limites* X, XV, XX et XL.

Nous avons ainsi :

2 cas avec X	comme	<i>obstacle limite</i> .
33 cas — XV	—	—
17 cas — XX	—	—
1 cas — XL	—	—

L'*obstacle limite* XL — qui rend compte des épreuves les moins bonnes — n'est associé qu'à un seul sujet sur 54.

Or, ce sujet (cas n° 41) (1) est pathologique, au point de vue pulmonaire.

Nous ferons remarquer que l'*obstacle* XL (4 millim. de diam.), le seul à travers lequel il ait pu donner sa *capacité vitale*, présente un orifice circulaire dont la surface est 4 fois plus grande que celle de l'*obstacle* XX

(1) Se plaint de dyspnée exagérée à l'effort et de « bronchites » fréquentes en hiver.

Il estime que sa maladie a débuté en 1917, alors qu'il était mobilisé en Orient (service armé).

A la suite d'une « bronchite » on l'a versé dans le service auxiliaire. Il se rappelle, alors, avoir lu sur son dossier les mots « emphysème » et « catarrhe ».

Depuis, il s'est fait radioscopier et on lui a dit que son « poumon droit était plus sombre que le gauche ».

Réaction particulière au spiroscope : effort pénible pour déclancher les premières bulles; impression donnée par le faciès et confirmée par la durée longue du moment qui s'pare le début de l'expiration du début de l'apparition des bulles dans le spiroscope.

(2 millim. de diam.), puisque les surfaces de cercle varient en raison du carré des rayons.

La résistance opposée au poumon est donc 4 fois moins grande à travers l'*obstacle* XL qu'à travers l'*obstacle* XX.

Or, tous les sujets examinés (à l'exception du cas n° 41) ont été capables de vaincre ce dernier obstacle; parmi eux, 33 ont pu fournir un effort supérieur, en franchissant l'*obstacle* XV; enfin, parmi ces 33, deux ont vaincu l'*obstacle* X, qui présente une surface 4 fois plus petite que celle de l'*obstacle* XX, donc une résistance 4 fois plus grande.

Il nous paraît donc légitime de conclure, d'une façon provisoire, qu'un poumon dont l'*obstacle limite* est supérieur à l'*obstacle* XX, n'est pas un poumon physiologique.

Examinons maintenant les résultats obtenus avec l'*obstacle* X. C'est l'*obstacle* qui oppose le plus de résistance; il nous paraît donc capable d'apporter le plus de précision à l'étude de la dynamique respiratoire.

Poursuivant l'hypothèse énoncée au début de cette étude, nous allons comparer la quantité d'air obtenue à travers l'*obstacle* X avec la quantité d'air qui mesure la *capacité vitale*. Nous pourrons ainsi attribuer à chaque cas un *indice* défini par le rapport

$$\frac{\text{CV}}{\text{X}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{capacité vitale}}{\text{q d'air avec obstacle X}}$$

Plus cet *indice* sera faible, et meilleur, semble-t-il,

sera le fonctionnement du poumon; un *indice* faible, en effet, va correspondre à une valeur forte du chiffre que mesure l'*obstacle* X; autrement dit un *indice* faible traduira une force expiratoire forte à travers un *obstacle* résistant.

Dans le tableau ci-dessus, qui groupe les 54 cas soumis aux diverses épreuves, la dernière colonne donne la valeur des *indices* CV/X.

Examinons-les successivement en partant de l'*indice* le plus faible, qui mesure 1, pour aller vers l'*indice* le plus fort, qui mesure 3,2.

Nous remarquons alors que, les *indices* inférieurs à 2, n'intéressent pas de sujets qui attirent l'attention clinique vers une affection respiratoire; ces *indices* comprennent 47 cas.

Par contre, parmi les *indices* supérieurs à 2, *indices* qui rendent compte des 7 autres cas, il y a 4 sujets qui attirent nettement l'attention vers des troubles fonctionnels de l'appareil respiratoire.

Tout d'abord, il y a le cas n° 41 que nous avons eu à interpréter précédemment : le seul qui ait un *obstacle limite* égal à XL. Son indice atteint 3,2. Ce chiffre élevé s'accorde donc avec l'*obstacle* XL pour traduire l'état d'un poumon pathologique.

On peut cependant poser ici une objection : c'est que l'*indice* est élevé parce que le maximum d'apnée volontaire du sujet considéré est peu élevé; il mesure, en effet, 15".

Le poumon, dira-t-on, n'a pas eu le temps d'insuffler à travers l'*obstacle* X la quantité d'air dont il est capa-

ble; il a été arrêté dans son effort par une inspiration réflexe.

On peut répondre à cette critique, que le maximum d'apnée volontaire n'a pas l'importance absolue que l'on pourrait être tenté de lui accorder; dans le cas considéré, en effet, ce maximum est dépassé largement par la durée d'insufflation vis-à-vis de tous les *obstacles*. Du reste, cette durée a atteint 27'' au cours d'une des trois mensurations effectuées pour obtenir la quantité d'air optimale à travers l'*obstacle* XL; or, cette durée de 27'' est supérieure à la durée de 23'' nécessitée par l'*obstacle* X; ce poumon semble donc bien, avant tout, avoir fourni une quantité d'air peu élevée, à travers les *obstacles* résistants, par suite d'une force expiratoire peu intense. Du reste, la façon dont il s'est comporté au début des épreuves, montre bien son insuffisance en face de l'*obstacle* à vaincre. Alors que, chez le sujet normal, le début de l'expiration est suivi, presque immédiatement, de l'apparition des bulles dans le spiroscope, chez ce sujet pathologique, la phase expiratoire initiale qui déclare l'apparition des bulles présente un caractère pénible que traduit le faciès du sujet et que mesure un allongement appréciable du temps qui sépare le début de l'expiration du début de l'émission des bulles.

Les mêmes phénomènes se sont manifestés d'une façon nette pour le cas n° 49 (1). De plus, en ce qui concerne

(1) Dyspnée accusée à l'effort (il faut noter que ce sujet présente une obésité moyenne).

Réaction particulière au spiroscope : effort pénible pour déclancher les premières bulles (cf. cas n° 41). De plus, émission irrégulière des bulles : grosses bulles puis bulles plus fines, accélération puis ralentissement, arrêts passagers.

ce cas, les expirations à travers les *obstacles* ont mis en évidence un caractère d'irrégularité dans l'effort : phases où grosses bulles suivies de bulles plus fines; phases où émission plus rapide qu'à d'autres; parfois même, arrêts brefs.

Ces phénomènes s'opposent au caractère régulier de l'émission des bulles par le poumon physiologique; ils traduisent un trouble de la dynamique expiratoire.

De plus, il faut noter que les mensurations présentent un caractère paradoxal; il y a un grand écart entre le résultat fourni à l'*obstacle* XL (14 centilitres) et celui que donne l'*obstacle* XV (19 centilitres). Cet écart de 5 centilitres est au profit de l'*obstacle* XV. Ainsi, ce n'est pas l'*obstacle* le moins résistant qui a donné la *capacité vitale*. L'*indice* est donc $19 : 9 = 2,1$.

Passons maintenant au cas n° 35, dont l'*indice* est également 2, 1.

Nous sommes encore, ici, en présence d'un sujet qui ne peut pas être qualifié de physiologique au point de vue pulmonaire (1).

Le cas n° 52 présente un *indice* égal à 2,5 — quoique ses signes fonctionnels respiratoires soient plus discrets que dans le cas précédent (2).

(1) Dyspnée exagérée à l'effort, mais peu intense.

Depuis des années, épisodes fébriles avec toux, expectoration, anorexie, amaigrissement, sueurs. Aurait eu des hémoptysies.

Actuellement, ne tousse pas; reprend du poids depuis plusieurs semaines.

(2) Depuis 15 jours : toux, d'abord sèche, puis suivie d'expectoration; dyspnée exagérée à l'effort.

Cette gêne respiratoire, quoique discrète, attire l'attention

Restent à examiner trois autres cas dont l'*indice* est élevé. Ces trois cas n'ont aucun signe fonctionnel qui attire l'attention vers une affection pulmonaire; ils se présentent comme des sujets physiologiques.

Cependant, trois *indices* élevés les caractérisent : 2, 1 pour le cas n° 3; 2, 3 pour le n° 4; 3, 2 pour le n° 32.

Si nous examinons le cas n° 3, nous voyons qu'il s'agit d'un adolescent de 16 ans, du sexe masculin; sa taille est de 1^m 67; sa *capacité vitale*, de 3^l 900.

Nous avons pu renouveler, chez ce sujet, les mêmes épreuves, après 1 an environ d'intervalle (2 septembre 1924 à 24 septembre 1925).

Ces épreuves, relatées au n° 18, montrent que l'*indice* mesure 1,6.

Ainsi, l'*indice* s'est abaissé de 0,5; en même temps, la taille a passé de 1^m 67 à 1^m 72; la *capacité vitale*, de 3^l 900 à 4^l 500.

Cet *indice* s'est donc nettement amélioré après un an. A ce moment, il y a accroissement statural de 5 centimètres et accroissement de la *capacité vitale* de 0^l 600.

De même, si nous examinons le cas n° 4 : 14 ans, sexe féminin, taille de 1^m 54, *capacité vitale* de 2^l 100, nous notons, après un an environ (3 septembre 1924 à 18 octobre 1925), les mensurations nouvelles que nous avons consignées au n° 39.

du sujet; elle n'apparaît qu'au moment où celui-ci est « enrhumé », suivant son expression.

Ces « rhumes », accompagnés de dyspnée d'effort, surviennent depuis 8 ans, au cours d'une bonne santé habituelle. Leur apparition a lieu, en général, deux fois chaque année; ils ont une durée moyenne de 3 semaines.

La taille mesure 1^m 57; la *capacité vitale*, 2^l 500. En même temps, l'*indice* a passé de 2,3 à 1,3.

Ainsi, *cet abaissement de une unité de l'indice* a coïncidé avec un accroissement de la taille de 3 centimètres et surtout avec un accroissement de la *capacité vitale* de 0^l 400.

Il paraît donc légitime de considérer que les indices forts des sujets n° 3 et n° 4 sont liés à ses phénomènes de croissance — surtout des phénomènes de *croissance pulmonaire*, comme le montre l'augmentation élevée de la *capacité vitale* à une année d'intervalle.

Mais, nous devons citer ici trois autres cas mis également à l'épreuve en période de croissance. Ce sont les n°s 9, 10 et 11. Leurs nouvelles mensurations spirosco-piques, que nous avons recueillies après un an environ, sont notées respectivement aux cas n°s 30, 54 et 37. Chez ces sujets, les *indices* n'ont guère varié avec la croissance; leur valeur est restée peu élevée.

Nous arrivons, enfin, au n° 32, le dernier cas à *indice* fort qui reste à interpréter.

Chez ce sujet, d'aspect physiologique, aucune raison bien évidente qui justifie un *indice* de 3,2. Dans ce cas, il est vrai, le maximum d'apnée volontaire est faible : 20'' en inspiration forcée. Mais, les chiffres de 23'' et 25'' ont été atteints au cours des mensurations avec les *obstacles* XX et XV; or, la durée de l'épreuve avec le X, épreuve qui donne à l'*indice* sa valeur forte ou faible, n'a atteint que 19''; donc, là encore, on ne peut invoquer le facteur temps pour interpréter la valeur forte de l'*indice*.

Il paraît donc légitime de penser que le cas n° 32 possède un poumon insuffisant dans sa dynamique expiratoire.

Ainsi, parmi les cinquante-quatre sujets qui ont été soumis à ces épreuves spirométriques, deux groupes s'opposent d'une façon schématique.

Premier groupe : 47 cas; pas un seul qui ait des signes fonctionnels attirant l'attention vers une affection respiratoire.

Deuxième groupe : 7 cas seulement. Parmi eux, 4 cas présentent — entre autres phénomènes pathologiques — un élément commun : la dyspnée exagérée à l'effort; 2 autres cas sont des adolescents physiologiques en phase de croissance, croissance surtout pulmonaire, comme le montre l'augmentation rapide de leur capacité vitale; après un an, leur indice a été ramené à un taux inférieur à 2. Enfin, reste un dernier cas, d'aspect physiologique, qui présente ce signe particulier : indice élevé

Hypothèse.

Il n'est donc pas possible de conclure qu'un indice élevé traduise une lésion anatomique du poumon; mais il paraît logique d'admettre qu'il caractérise un état fonctionnel insuffisant.

Tantôt, cette déficience pulmonaire s'observerait chez un poumon atteint de dyspnée exagérée à l'effort et lésé anatomiquement, comme dans le cas n° 41.

Tantôt, cette déficience pulmonaire s'observerait chez un poumon qui n'extériorise son insuffisance qu'au cours

d'un épisode pulmonaire de durée courte, telle la dyspnée d'effort transitoire du cas n° 52.

Tantôt, cette déficience pulmonaire ne se traduirait par aucun symptôme spontané; mais il serait possible de la mettre en évidence par la recherche de l'*indice*, comme dans le cas n° 32.

Il y aurait ainsi un élément commun qui relierait la phase terminale, anatomique de l'insuffisance pulmonaire à sa phase initiale, fonctionnelle.

Telle serait la signification de cet « *indice dynamo-spirométrique* »; on voudra bien remarquer son *caractère de simplicité qui ne fait intervenir aucune notion de sexe, de taille ou d'âge*.

CHAPITRE III

La méthode d'exploration pulmonaire qui vient d'être exposée, permet donc de préciser un *indice dynamo-spirométrique* qu'une épreuve simple peut mettre en évidence chez l'homme.

Cet *indice* paraît bien traduire l'état fonctionnel du poumon. Dans sa recherche, en effet, le poumon a été mis directement en cause : il a dû réagir contre une pression exercée à l'intérieur même de ses lobules. Il est donc vraisemblable que son action a été prédominante et que cette action a laissé au second plan les facteurs extra-pulmonaires qui entrent en jeu dans l'acte respiratoire : en particulier, l'élément thoracique avec ses muscles et son squelette ainsi que l'élément nerveux central.

Mais, dans ces recherches sur la mécanique pulmonaire, nous avons voulu éliminer totalement le facteur thoracique et le facteur nerveux central et mettre à l'épreuve le poumon seul.

C'est pourquoi nous apportons une étude expérimentale sur le poumon de lapin.

Pour la réaliser, le dispositif suivant a été adopté :

Une cloche en verre, munie d'un orifice supérieur, repose sur une couche de terre glaise (G) destinée à fermer hermétiquement l'ouverture inférieure de cette cloche.

Deux tubes en verre T et T' passent à travers le bouchon qui obture l'orifice supérieur.

Un poumon P, prélevé sur un lapin fraîchement sacrifié, a été adapté par sa trachée à l'extrémité inférieure du tube T.

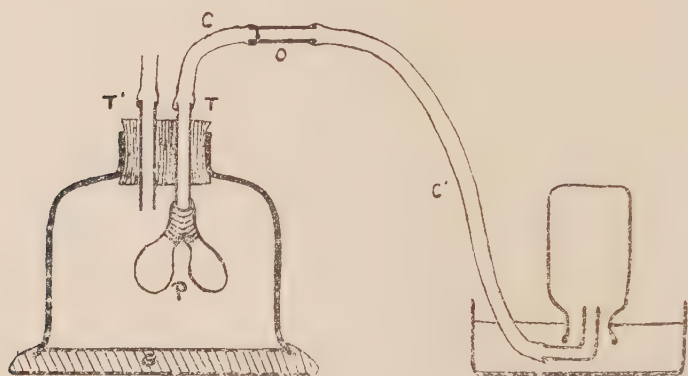


FIG. 4.

Nous avons ainsi réalisé, à peu de choses près, le dispositif indiqué dans les traités de physiologie pour donner une image de la mécanique respiratoire (dispositif de Funke).

Retirons une certaine quantité d'air de la cloche, en aspirant avec la bouche cet air par le tube T'.

A ce moment, la pression dans la cloche étant inférieure à la pression atmosphérique, l'air extérieur s'engage dans le tube T et pénètre dans le poumon — qui augmente de volume : c'est un acte inspiratoire.

Cessons d'aspirer par le tube T', tout en maintenant fermé ce même tube; le poumon revient lentement sur lui-même et diminue de volume : c'est un acte expiratoire, réalisé par l'élasticité seule du parenchyme pulmonaire.

Si, après aspiration dans le tube T', nous laissons ce tube en communication avec l'air extérieur, nous notons que l'acte expiratoire est plus rapide que lorsque le tube T' était obturé. L'action élastique du poumon était donc entravée dans son mouvement de rétraction expiratoire. Le fait s'explique :

Alors que le tube T' était obturé, la quantité d'air qui était dans la cloche en verre ne variait pas : or, le volume de cet air augmentait à mesure que le poumon revenait sur lui-même; donc la pression exercée sur la face externe du poumon diminuait. Au contraire, lorsque le tube T' n'est pas obturé, l'air atmosphérique maintient dans la cloche en verre une pression égale à une atmosphère et la tension exercée sur la face externe du poumon est plus forte.

C'est cette dernière façon de procéder que nous avons adoptée. De plus, nous adjoignons au tube T un tuyau en caoutchouc C relié, tour à tour, à différents tubes dont les orifices sont calibrés comme dans les expériences ci-dessus sur l'homme. Comme dans ces expériences, un caoutchouc C' relie ces tubes calibrés à un spiromètre. Le petit flacon qui joue le rôle de spiromètre a été gradué par cinq centicubes.

On peut objecter que ce dispositif, adopté pour rendre compte de la mécanique respiratoire du poumon, est très différent du fonctionnement pulmonaire dans la cage thoracique.

En effet, dans la cage thoracique, le poumon physiologique ne se rétracte jamais complètement sur lui-même.

Sa surface pleurale reste toujours en contact avec les parois; il y a ce qu'on appelle le « vide pleural ».

Au contraire, dans la cloche où nous avons placé le poumon du lapin, nous faisons par le tube T' un vide, partiel seulement, qui provoque l'inspiration. Mais, pendant l'expiration, nous supprimons ce vide partiel : l'air atmosphérique passe par le tube T'; il vient augmenter la pression dans la cloche. Dans ce cas, une force nouvelle F vient ajouter son action à l'élasticité expiratoire du poumon.

Ce n'est donc pas, dira-t-on, l'élasticité du lobule qui va être mesurée au moyen des tubes calibrés reliés au spiroscope; c'est l'élasticité pulmonaire $E +$ une force F due à l'excès de pression atmosphérique.

A cette objection nous répondrons que, le complexe $E + F$ que nous allons mesurer, varie dans le même sens que E parce que F est une force constante : la pression atmosphérique.

Ce n'est donc pas F qui rendra compte de l'action *dynamo-spiroscopique* puisque F ne varie pas.

Mais l'action de F (pression atmosphérique) ne sera pas un phénomène parasite surajouté; elle rendra plus apparente l'action de E (force élastique du poumon) et permettra de la mesurer d'une façon commode.

Première série d'expériences.

Nous avons choisi un lapin qui pesait 2 kil. 900. Le poumon de ce lapin a été mis à l'épreuve *dynamo-spirométrique*, en procédant de la façon suivante :

1^{er} temps. — Le tube C est séparé du tube calibré O (le poumon est mis en communication avec l'air atmosphérique).

2^e temps. — Aspiration en T', avec la bouche, jusqu'au moment où le volume du poumon n'augmente plus (le poumon est en inspiration maxima).

3^e temps. — Fermeture de T et T' pendant que le tube C est relié au tube calibré O (le poumon est maintenu en inspiration).

4^e temps. — Ouverture de T et T' (le poumon entre en expiration).

Avec ce premier dispositif, nous avons observé que le poumon diminuait lentement de volume, en faisant son mouvement expiratoire. Mais jamais nous n'avons obtenu, dans le spiromètre, l'apparition de bulles d'air.

Nous avons été réduits à augmenter la force expiratoire du poumon en exerçant une pression plus grande dans la cloche en verre.

Pour réaliser une pression semblable à elle-même dans tous les cas, nous avons fait appel à la force expiratoire de notre propre poumon : inspiration totale dans l'air atmosphérique, expiration forcée dans le tube T'.

Alors seulement, le poumon du lapin a chassé son air alvéolaire dans le spiromètre.

Nous avons noté successivement les chiffres suivants :

Obstacle	XXX	15	centicubes.
—		25	—
—	X	25	—
—	V	25	—
—		25	—
—	XXX	25	—

La quantité d'air maxima recueillie dans le spiromètre n'a donc pas varié avec le diamètre des *obstacles*.

Mais ce premier dispositif nous a paru défectueux; d'abord, parce que le 3^e temps de la technique a une durée appréciable — nécessitée par le fait de relier le tube C à l'obstacle O — et que, durant ce temps, le poumon du lapin est en inspiration forcée, ce qui peut le soumettre à un effort inutile; ensuite, parce que le fait de réaliser, avec notre propre poumon, une expiration forte dans le tube T', apporte à l'expérience un élément mal défini : la durée de cette expiration forte.

Le dispositif suivant tient compte de ces deux remarques :

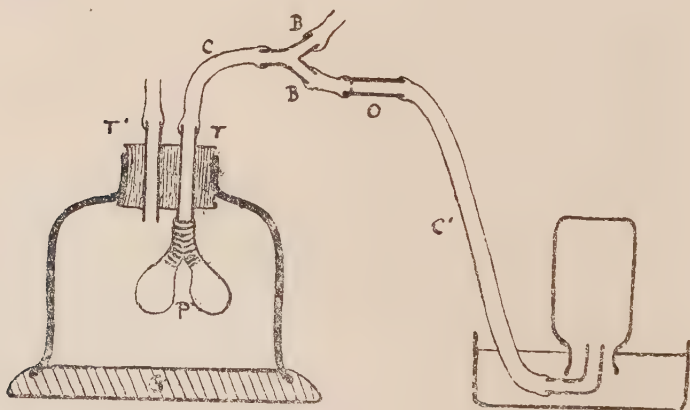


FIG. 5.

Nous avons intercalé entre le tube C et l'obstacle O un tube en Y. Deux branches de ce tube font communiquer C et O; la troisième branche B' est à l'air libre :

1^{er} temps. — Aspiration en T', avec la bouche, tan-

dis qu'un aide ferme le tuyau B (poumon en inspiration maxima).

2° temps. — Le tube T' est laissé ouvert — tandis que l'aide, rapidement, ferme le tuyau B' et ouvre le tuyau B (poumon en expiration).

Nous avons alors adapté en T' l'embouchure d'un soufflet dont les deux branches étaient préalablement écartées au maximum. En rapprochant également au maximum les deux branches de ce soufflet, le poumon du lapin a pu réaliser une expiration dans le spiroscope.

Obstacle XXX 20 centicubes.

— X 20 —

Au lieu de rapprocher avec la main les deux branches du soufflet, nous avons adapté un poids de un kilo sur la branche supérieure; c'est ce poids constant qui rapproche les branches du soufflet, suivant un mode semblable à lui-même, à chaque reprise :

Obstacle X 15 centicubes.

— 20 —

— 30 —

— 10 —

— 30 —

Cette dernière épreuve a montré un fait nouveau. Pendant que nous adaptions l'embouchure du soufflet au tube T' et sans que nous ayions augmenté la pression dans la cloche en verre à l'aide de ce soufflet, le poumon a expiré spontanément dans le spiromètre; ceci par deux fois; d'abord, à la troisième reprise (30 centicubes); ensuite, à la dernière reprise (30 centicubes).

Donc, avec le dispositif représenté dans la figure 5. une expiration spontanée du poumon est possible, sans que l'on fasse intervenir une force surajoutée qui augmente la pression dans la cloche en verre, au moment où le poumon du lapin se met en expiration.

Nous avons pensé que l'entrave apportée à l'expiration spontanée était due — peut être — à une distension trop grande des lobules pulmonaires.

C'est pourquoi — au lieu de provoquer une inspiration maxima, en aspirant fortement dans le tube T' — nous avons arrêté le mouvement inspiratoire de ce poumon lorsque son volume était nettement inférieur au volume qu'il présentait dans cet état d'inspiration maxima.

Dans ces conditions nouvelles, nous avons obtenu, d'une façon constante, des expirations spontanées dont la force a pu s'objectiver par l'apparition de bulles d'air dans le spiromètre :

Obstacle XXX	10 centicubes.
—	20 —
—	10 —
Obstacle V	10 centicubes.
—	10 —
—	12.5 —
Obstacle XXX	15 centicubes.
—	12.5 —
—	10 —
—	5 —
Obstacle V	0 centicubes.
—	0 —
—	0 —

<i>Obstacle XXX</i>	10 centicubes.
—	7.5 —
—	10 —
<i>Obstacle V</i>	0 centicubes.
—	10 —
—	0 —
—	0 —
—	0 —
—	5 —
—	10 —
<i>Obstacle XXX</i>	0 centicubes.
—	10 —
—	0 —
<i>Obstacle V</i>	0 centicubes.
—	10 —
—	0 —
—	10 —
<i>Obstacle XXX</i>	27.5 —

Première remarque : Les mensurations spirosopiques notées ci-dessus — alors que le poumon n'avait pas atteint son volume inspiratoire maximum — ont donc permis, d'une façon constante, une expiration spontanée dans le spiromètre.

Au contraire, les mensurations effectuées auparavant, alors que le poumon avait atteint son volume inspiratoire maximum, n'avaient pas permis à ce poumon une expiration spontanée dans le spiromètre; il avait été nécessaire, en effet, de provoquer cette aspiration par une surpression exercée dans la cloche en verre.

Donc, il paraît bien établi que la force élastique du poumon est *moins grande lorsque ce poumon est surdistendu* (inspiration maxima) que lorsqu'il n'est pas surdistendu (inspiration non maxima).

Deuxième remarque : Le poumon, au cours de ces dernières épreuves, n'a pas été absolument identique à lui-même dans chaque cas. En effet, le volume suivant lequel nous n'avons placé en inspiration a varié légèrement d'une épreuve à l'autre.

Malgré cette imperfection de technique, nous pouvons retenir le fait suivant : au cours des 31 mensurations notées ci-dessus; les risques d'erreurs ont été à peu près les mêmes pour l'*obstacle* V (17 mensurations) que pour l'*obstacle* XXX (14 mensurations).

De sorte que, si nous considérons la quantité d'air maxima obtenue avec l'*obstacle* V et la quantité d'air maxima, obtenue avec l'*obstacle* XXX, nous pourrions nous faire une idée de la résistance que ces obstacles ont demandé à l'expiration pulmonaire.

Or, l'*obstacle* V a donné au spiromètre un volume d'air maximum de 12 cm³ 1/2. Mais, ce volume d'air a été dépassé nettement par l'*obstacle* XXX qui a atteint jusqu'à 27 cm³ 1/2.

Donc, le poumon a manifesté à l'*obstacle* V, par rapport à l'*obstacle* XXX, une fatigue que l'*indice dynamo-spirométrique* précise par le rapport :

$$\frac{\text{Obstacle XXX} \quad 27.5}{\text{Obstacle V} \quad 12.5} \text{ ou } \frac{27.5}{12.5} = 2.2$$

En d'autres termes, lorsque la résistance était 36 fois plus forte (l'*obstacle* V présente, en effet, une surface 36 fois plus petite que celle de l'*obstacle* XXX), le poumon a marqué sa fatigue en baissant de moitié environ la quantité d'air recueillie dans le spiromètre.

Nous concluons donc qu'il paraît y avoir un parallélisme net entre la *dynamo-spirométrie* chez l'homme et la *dynamo-spirométrie* chez le lapin.

Mais pour apporter plus de précision aux expériences ci-dessus, nous avons voulu éprouver le poumon d'un nouveau lapin fraîchement sacrifié.

2° Série d'expériences.

Avec ce nouveau lapin, qui était de même poids que le précédent, 2 kil. 900, la même technique instrumentale a été suivie. Mais nous avons tenu compte des résultats précédents qui ont montré que le fait d'une distension pulmonaire excessive (poumon en inspiration maxima) rendait moins grande la force d'élasticité expiratoire du poumon.

Nous avons donc précisé un état d'expansion moyenne que nous nous sommes efforcés de rendre semblable à elle-même dans chaque nouvelle épreuve en appréciant le volume global du poumon distendu.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

TABLEAU I

	Quantités en cc. : q.	Durée en sec : t.	Débit $\frac{q}{t}$
<i>Obstacle XXX</i>	30	—	—
—	20		
—	30		
<i>Obstacle V</i>	25		
—	25		
—	25	9	2.7
<i>Obstacle XXX</i>	30		
—	30	3	10
—	30	3	10
<i>Obstacle V</i>	35	12	2.9
—	35		
—	30	9	3.3
<i>Obstacle XXX</i>	35	3	11.6
—	40		

A partir de ce moment, on observe que le poumon, en se dilatant, gonfle ses divers lobes de telle sorte qu'il y a un instant où une petite languette pulmonaire, localisée à la partie supérieure du lobe droit, prend une position verticale en se dilatant; c'est ce moment précis qui va servir de point de repère pour déclencher l'expiration :

TABLEAU II

	Quantités en cc : q.	Durée en sec : t.	Débit $\frac{q}{t}$
<i>Obstacle</i> XXX	55		
—	50		
<i>Obstacle</i> V	35	13	2.6
—	30		
—	30		
<i>Obstacle</i> XXX	45		
—	35	4	8.7
—	45		
<i>Obstacle</i> V	40	14	2.8
—	35		
—	30	9	3.3
<i>Obstacle</i> XXX	45	4	11.2
—	50		
—	50	4	12.5
<i>Obstacle</i> V	40		
—	47.5		
—	40	10	4
<i>Obstacle</i> X	42.5		
—	50		
—	50	10	5
<i>Obstacle</i> XXX	55	3	18.3
—	52.5		
—	45		
—	50		
<i>Obstacle</i> V	45		

A partir de ce moment, après avoir soumis le poumon

aux épreuves indiquées ci-dessus, qui ont duré deux heures un quart, nous avons mis ce poumon en inspiration maxima, en réalisant une aspiration plus forte par le tube T' :

TABLEAU III

	q en centicubes.
<i>Obstacle XXX</i>	25
—	25
—	30
<i>Obstacle V</i>	0
—	0
—	0
—	0
<i>Obstacle XXX</i>	25
—	22.5
—	60
<i>Obstacle V</i>	0
—	0
—	0
<i>Obstacle X</i>	25
—	15
—	15
<i>Obstacle V</i>	10
—	0
—	0
<i>Obstacle V</i> (après repos 5')	0
—	10

<i>Obstacle V</i>	(après repos 5')	5
—		0
—		0
—		0
<i>Obstacle V</i>	(après repos 5')	15
—		10
—		5
—		quelques bulles
—		0
—		0
—		0
—		quelques bulles
—		quelques bulles
—		0
<i>Obstacle V</i>	(après repos 3')	5
—		5
—		0
—		quelques bulles
—		10

Obstacle V (après repos 10') : Le poumon a été mis à l'épreuve 66 fois consécutives et sans repos : tantôt des bulles ont passé dans le spiromètre, tantôt ces bulles n'ont pas passé.

Ces derniers résultats, obtenus en donnant au poumon son volume maximum, sont très irréguliers : variations comprises entre 25 et 60 centicubes pour l'obstacle XXX; entre 0 et 15 centicubes pour l'obstacle V.

Le fait s'explique : l'opérateur chargé d'obturer et d'ouvrir les tuyaux B et B' a remarqué alors que, —

si au moment où le poumon est encore en inspiration, — on procède au deuxième temps de l'expérience (B ouvert, B' fermé), l'air ne passe pas dans le spiromètre; on observe, en même temps, que le poumon est animé d'oscillations saccadées autour de la trachée comme axe.

Au contraire, si ce deuxième temps est fait lorsque l'inspiration a cessé totalement et lorsque ce poumon marque un léger mouvement expiratoire, l'air passe dans le spiromètre et on n'observe plus les oscillations saccadées qui existaient auparavant.

Ces mêmes phénomènes existent aussi pour l'obstacle XXX, mais peu accusés; l'air passe toujours dans le spiromètre, quoique en quantité moindre.

Une première remarque à ce propos : dans les mêmes conditions d'expérience, le poumon a expulsé de l'air dans le spiromètre avec l'obstacle XXX, il n'en a pas expulsé avec l'obstacle V. Jamais encore, au cours des expériences précédentes (tableau I et II), le poumon n'avait donné au spiroscope un résultat nul avec un obstacle. Ce fait traduit donc une fatigue pulmonaire; il est d'accord avec les premières expériences : la force élastique du poumon est moins grande, lorsque le poumon est surdistendu, c'est-à-dire en inspiration maxima.

Une deuxième remarque. Lorsque le poumon est étudié en inspiration maxima avec un obstacle déterminé, si on veut obtenir des mensurations spirométriques comparables entre elles, il faut tenir compte des faits que nous venons d'indiquer.

Désormais, nous procéderons ainsi :

1^{er} temps. — Aspiration en T' avec la bouche, tandis

qu'un aide ferme le tuyau B (poumon en inspiration maxima).

2° temps. — L'aide, rapidement, ferme le tuyau B' et ouvre le tuyau B. Ce deuxième temps est effectué au moment précis où le poumon commence à revenir sur lui-même (ce qui indique que l'aspiration par T', dans la cloche, a cessé et que le poumon étudié n'est plus en état d'inspiration).

C'est cette dernière technique qui a été suivie rigoureusement avec ce même poumon de lapin — qui avait travaillé de 3 heures à 7 heures du soir (soit 4 heures consécutives) et que nous avons repris le lendemain matin, de 10 heures à midi (soit 2 heures consécutives), après l'avoir ainsi laissé au repos dans sa cloche en verre, pendant 15 heures successives :

3° Série d'expériences.

TABLEAU IV

	Quantités en cc. : q.	Durée en sec : t.	Débit $\frac{q}{t}$
<i>Obstacle XXX</i>	55	—	—
—	50	—	—
—	55	—	—
—	50	—	—
—	60	—	—
<i>Obstacle X</i>	37.5	—	—
—	35	—	—
—	35	—	—
—	32.5	—	—

	Quantités en cent ^{es}	Durée en sec ^{es} : 1	Déb. moy. $\frac{q}{t}$
<i>Obstacle V</i>	10		
—	10		
—	7.5		
—	10		
—	10		
<i>Obstacle X</i>	35	2	17.5
—	30	3	10
—	30	3	10
<i>Obstacle XXX</i>	47.5	2	23.7
—	60	3	20
—	55	3	18.3
<i>Obstacle XX</i>	50	2	25
—	57.5	3	19.1
—	52.5	3	17.8
<i>Obstacle XV</i>	45	4	11.2
—	40	4	10
<i>Obstacle V</i>	10	4	2.5
—	5	3	1.6
—	7.5	4	1.8
—	5	3	1.6
<i>Obstacle XXX</i>	50	2	25
—	50	3	16.6
—	55	3	18.3
—	55	3	18.3

A partir de ce moment, nous avons voulu traumatiser les lobules de ce poumon en les distendant par une insufflation forte exercée dans sa trachée. Cette insufflation

a été réalisée en mettant notre propre poumon en inspiration forte qui a été suivie immédiatement d'une expiration forte et soutenue à travers le tube trachéal T.

TABLEAU V

Après trois première expirations fortes :

	Quantités en cc : q.	Durée en sec : t.	Débit $\frac{q}{t}$
<i>Obstacle</i> XXX	45	—	—
—	50	—	—
—	55	—	—
<i>Obstacle</i> V	5	4	1.2
—	5	4	1.2
—	5	4	1.2

Après cinq nouvelles expirations fortes :

<i>Obstacle</i> XXX	30	2	15
—	40	2	20
—	35	2	17.5
<i>Obstacle</i> V	< 5	4	
— V	5	4	1.2
—	< 5		

Après cinq nouvelles expirations fortes :

<i>Obstacle</i> XXX	22.5		
—	15		
—	15		
—	20	2	10

Obstacle V	0
—	0
—	0
—	quelques bulles
—	quelques bulles
—	quelques bulles
—	0
—	0
Obstacle X	5
—	7.50
—	< 5
—	5
Obstacle XX	15
—	< 5
—	10
—	15
Obstacle XXX	20
—	10
—	20
—	22.5

Faits observés au cours des mensurations.

Avant d'interpréter, à l'aide de courbes, les résultats numériques que nous avons consignés dans les cinq tableaux rapportés ci-dessus, nous voulons préciser trois groupes de phénomènes qui ont été observés au cours de ces mensurations *dynamo-spirométriques*.

Premier phénomène (1) : Dès les premières épreuves (tableau n° 1) le poumon est revenu sur lui-même d'une façon lente et progressive, en chassant ses bulles d'air dans le spiromètre. La fin de cette expiration a été suivie d'un temps d'arrêt; puis le poumon a ébauché un mouvement spontané d'inspiration qui s'est traduit par une augmentation, légère mais très nette, de volume. Cette inspiration a été suivie d'un léger mouvement expiratoire qui n'a pas été capable de provoquer l'apparition de bulles dans le spiromètre.

Ce phénomène a été noté pendant plus de deux heures après que le poumon a été extrait du lapin.

Nous l'avons observé dans sa plus grande netteté au début de ces épreuves *dynamo-spirométriques*. Très évident avec l'*obstacle V*, il était légèrement perceptible avec l'*obstacle XXX*. Puis, à mesure que le nombre des mensurations a augmenté, il est devenu inconstant et de moins en moins net, pour disparaître finalement — même en présence de l'*obstacle V*.

Retenons le fait que le poumon isolé de l'organisme a été capable de réaliser des mouvements inspiratoires dus à son activité propre; que ce fait a duré plus de deux heures; que l'obstacle V l'a mis en évidence avec plus de netteté que l'obstacle XXX.

S'agit-il d'un phénomène d'automatisme comparable à l'automatisme cardiaque?

(1) je dois citer ici le nom de mon ami J. Lacaux, étudiant en médecine à la Faculté de Lyon, qui m'a assisté durant ces expériences sur le lapin.

C'est lui qui a vu, le premier, ce phénomène et qui a attiré mon attention.

Un deuxième phénomène a été observé. Lors des premières épreuves, un temps court entre le moment où le poumon entraînait en expiration et le moment où les bulles faisaient leur apparition dans le spiromètre. Puis, à mesure que le nombre des mensurations augmentait, ce temps s'est allongé; il s'est traduit d'abord par une hésitation légère, avant que les bulles aient apparu, puis, par une véritable pause qui frappait l'attention.

Il y a donc entre le début de l'expiration pulmonaire et l'apparition des bulles dans le spiromètre un « *temps perdu* »; ce temps perdu croît avec le nombre des mensurations.

Un troisième fait : le caractère des bulles d'air recueillies dans le spiromètre. Ces bulles d'air, grosses avec l'obstacle XXX, petites avec l'obstacle V, éclataient, au début, régulièrement et d'un seul jet. Après quelques mensurations spirométriques, ces bulles sont devenues irrégulières dans leur émission, aussi bien avec l'obstacle XXX qu'avec l'obstacle V, des arrêts brefs se sont produits qui donnaient à ces bulles une allure saccadée. L'expiration pulmonaire est donc devenue arythmique.

Examinons, maintenant, les variations des quantités d'air émises à la seconde (débit moyen) par des obstacles de résistance différente. Pour étudier ces variations avec le degré de fatigue pulmonaire, on ne peut tenir compte que des mensurations groupées dans les tableaux IV et V; parce que ces mensurations sont seules rigoureusement comparables entre elles : dans ces cas, en

effet, le poumon a été placé constamment en inspiration maxima.

Si nous comparons le résultat maximum donné au tableau IV par l'*obstacle* XXX (25 cc.) et le résultat maximum donné au tableau V par ce même *obstacle* (20 cc.) nous voyons que le *débit* avec l'*obstacle* XXX a baissé de 5 cc.

De même, en comparant le résultat maximum donné au tableau IV par l'*obstacle* V (2,5 cc.) et le résultat maximum donné au tableau V par l'*obstacle* V (1,2 cc.), on voit que le *débit* a baissé de 1,3 cc.

Ainsi, l'abaissement au *débit* a été plus accusé avec l'*obstacle* V qu'avec l'*obstacle* XXX : il n'est que les 20/25 de sa valeur primitive avec l'*obstacle* XXX; mais avec l'*obstacle* V, il n'est que les 12/25 de sa valeur primitive.

Ces phénomènes ont apparu ou se sont précisés après que le poumon du lapin a été soumis à un certain nombre d'épreuves *dynamo-spirométriques*; par conséquent, ils traduisent une fatigue pulmonaire.

Nous les résumons pour les grouper :

Phénomène du temps perdu. — La fatigue pulmonaire se manifeste par un allongement du temps qui sépare le début de l'expiration du début de l'apparition des bulles d'air dans le spiromètre.

Phénomène de l'expiration arythmique. — La fatigue pulmonaire se manifeste par une émission saccadée des bulles d'air dans le spiromètre.

Abaissement du débit de l'expiration. — Il y a dimi-

nution de la quantité d'air émise à la seconde; cet abaissement du débit est plus accusé avec l'obstacle V qu'avec l'obstacle XXX (obstacle moins résistant).

Courbes et indices dynamo-spirométriques.

Tels sont les signes de fatigue pulmonaire.

Nous allons maintenant mesurer cette fatigue en établissant les *courbes* et les *indices dynamo-spirométriques*, au cours de trois stades de son évolution.

Premier stade : Tableau II, — qui traduit des épreuves effectuées peu après avoir extrait le poumon du lapin fraîchement sacrifié.

Résumons ce tableau en choisissant les plus haut chiffres obtenus avec chaque *obstacle* :

		TABLEAU II'
<i>Obstacle</i>	XXX	55
—	X	50
—	V	47.5
	XXX	55
<i>Indice</i>	—	— = 1.1
	V	47.5

Courbe dynamo-spirométrique :

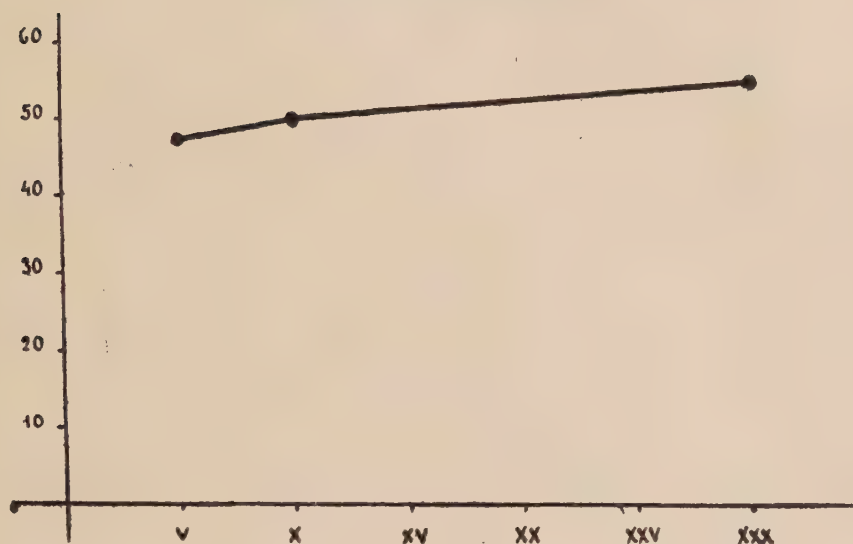


FIG. 6.

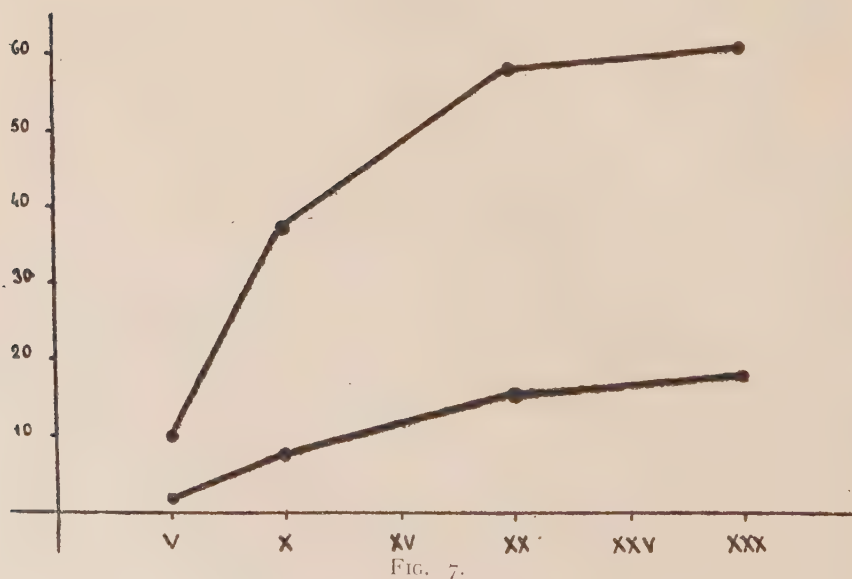
(Quantité d'air expiré, en ordonnées; obstacles, en abscisses.)

Nous groupons dans le même graphique les stades suivants (tableau IV et tableau V), parce que, durant ces dernières épreuves, les cas sont tous comparables à eux-mêmes; car le poumon a été placé dans les mêmes conditions expérimentales : en inspiration maxima.

(1) Cf. tableau II'.

		TABLEAU IV'	TABLEAU V'		
			APRÈS 3 premières expirations fortes en T	APRÈS 5 nouvelles expirations fortes en T	APRÈS 5 nouvelles exp. fortes en T (soit 13 exp.)
Obstacle	XXX	60	55	40	22.5
»	XX	57.5	»	»	15
*	X	37.5	»	»	7.5
»	V	10	5	5	qq. bulles
Indice	XXX	60	55	40	
	V	$\frac{60}{10} = 6$	$\frac{55}{5} = 11$	$\frac{40}{5} = 8$	

Courbes dynamo-spirométriques :



(Quantité d'air expiré, en ordonnées; obstacles, en abscisses.)

(1) Cf. tableau IV'.

(2) Cf. tableau V' (après 13 insufflations fortes dans le poumon).

Comparons les trois courbes ci-dessus. Nous remarquons que la 1^{re} courbe (fig. 6, cf. tableau II') est presque horizontale; entre le chiffre obtenu avec l'*obstacle* XXX (55 centicubes) et le chiffre obtenu avec l'*obstacle* V (47 centicubes), il n'y a que peu d'écart. Le fait se traduit par un *indice dynamo-spirométrique faible* :

$$\frac{\text{Obstacle XXX}}{\text{Obstacle V}} = 1.1$$

A ce moment le poumon est peu altéré, on ne l'a isolé du lapin que depuis un laps de temps court; on ne l'a soumis qu'à un petit nombre d'épreuves; on ne l'a pas distendu au maximum.

La 2^e courbe (fig. 7, cf. tableau IV') diffère de la précédente; son niveau est élevé pour l'*obstacle* XXX et pour l'*obstacle* XX, de sorte que sa partie droite est voisine de l'horizontale; son niveau s'abaisse avec l'*obstacle* X, pour devenir encore plus bas avec l'*obstacle* V, de sorte que sa partie gauche est voisine de la verticale L'*indice dynamo-spirométrique mesure* :

$$\frac{\text{Obstacle XXX } 60}{\text{Obstacle V } 10} : — = 6$$

cet indice est donc près de six fois plus élevé que dans le premier cas.

De plus, nous remarquons que l'*obstacle* XXX et l'*obstacle* XX ont été seuls à mesurer la *capacité vitale* du poumon.

A ce moment, le poumon est plus altéré que précé-

demment : on l'a isolé du lapin depuis un laps de temps long (15 heures); on l'a soumis à un plus grand nombre d'épreuves (plus de 140); on l'a distendu au maximum.

La 3^e courbe (fig. 7, cf. tableau V') présente un niveau très abaissé, pour tous les *obstacles*; l'*obstacle* XXX, lui-même, donne un chiffre plus bas que précédemment; quant à celui de l'*obstacle* V il est voisin de O.

Ainsi, l'*indice dynamo-spirométrique* est toujours fort; mais la *capacité vitale* du poumon est abaissée.

A ce moment, le poumon est très altéré : on a réalisé dans le tube trachéal T, treize insufflations fortes et soutenues qui l'ont extrêmement distendu (emphysème expérimental).

Donc, au cours de ces épreuves, le poumon du lapin a présenté 3 stades évolutifs, traduisant la diminution progressive de son élasticité :

1^{er} stade : *L'indice dynamo-spirométrique est faible* (voisin de 1);

2^e stade : *L'indice dynamo-spirométrique s'élève* (il atteint 6);

3^e stade : *L'indice dynamo-spirométrique reste toujours élevé par rapport au stade initial. En même temps, la capacité vitale s'abaisse d'une façon progressive.*

CHAPITRE IV

Ainsi, quelques considérations sur la capacité vitale appliquée à la clinique nous ont conduits à la notion de *force respiratoire*.

Nous avons été amenés à étudier cette *force respiratoire*, au cours de deux séries d'expériences : l'une sur l'homme, l'autre sur le poumon de lapin.

Il nous paraît utile, maintenant, de jeter un regard d'ensemble sur ces deux séries de faits.

La fatigue pulmonaire, chez le lapin, s'est objectivée par une durée plus grande du temps qui sépare le début de l'expiration du début de l'émission des bulles dans le spiromètre.

Nous avons noté deux fois le même phénomène chez l'homme (cas n^{os} 41 et 49).

La fatigue pulmonaire, chez le lapin, s'est objectivée par l'émission irrégulière des bulles dans le spiromètre.

Nous avons noté un phénomène comparable chez l'homme (cas n^o 49).

De même, nous avons obtenu, chez le lapin, des *courbes « dynamo-spirométriques »* et des *indices « dynamo-spirométriques »* qu'il peut être intéressant de comparer avec ceux mis en évidence chez l'homme.

Nous prions, enfin, de remarquer que l'emphysème

expérimental, chez le lapin, a fait baisser la *capacité vitale*.

De même, en clinique, ne trouve-t-on pas bon nombre de cas d'emphysème qui présentent des capacités vitales peu élevées?

Cet abaissement de la *capacité vitale* du lapin, parallèle à la diminution de la force élastique de son poumon, montre donc que l'acte par lequel ce poumon a donné sa *capacité vitale* précise, avant tout, un élément « *force* ».

La *capacité vitale* est bien une quantité d'air, plus ou moins grande, que l'on peut mesurer; mais, cette quantité traduit une « *force respiratoire* ».

Mais, si la *capacité vitale* traduit une *force respiratoire*, elle n'apporte pas à la mesure de cette force une précision suffisante; en effet, *des capacités vitales, dont les grandeurs sont voisines, rendent compte d'un état pulmonaire différent, chez le même poumon de lapin.*

Il suffit, pour se rendre compte de ce fait, d'examiner les tableaux II', IV' et V' où on note des *capacités vitales* de grandeur comparable : 55 cc., 60 cc. et 55 cc. Cependant, l'état du poumon est très différent dans ces trois cas, comme l'indique l'aspect des *courbes* et comme le précise l'*indice dynamo-spirométrique*, qui a passé de 1,1 (tableau II') à 6 (tableau IV') et à 11 (tableau V').

Donc, la *capacité vitale* du poumon de lapin *n'est pas la traduction fidèle de l'état dynamique de ce poumon.*

Telles sont les quelques remarques que nous suggère l'étude comparée des faits que nous avons observés chez

l'homme et des faits que nous avons observés chez le poumon de lapin.

Faut-il voir, dans le rapprochement de ces faits, un simple parallélisme? Faut-il y voir une identité plus rigoureuse?

Nous laissons à de plus autorisés que nous le soin de décider — au cas où cette étude pourrait les intéresser.

Pour nous, qu'une simple curiosité médicale a poussé vers des recherches d'expérimentation pure, nous n'avons d'autre excuse, d'avoir osé pénétrer dans le domaine de la physiologie, que celle de n'avoir eu à utiliser que des dispositifs expérimentaux d'une grande simplicité : un poumon de lapin, une cloche en verre, un spiromètre à eau, des obstacles calibrés, quelques tubes en verre ou en caoutchouc.

Quoi qu'il advienne des interprétations diverses qui puissent être soulevées, nous voulons limiter nos conclusions à l'exposé des faits qu'il nous a été donné d'observer.

CONCLUSIONS

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL POUR L'ÉTUDE DE LA FORCE ÉLASTIQUE DU POUMON DE LAPIN

Il est possible d'effectuer des recherches spirométriques avec un poumon isolé de l'organisme d'un lapin.

Il suffit d'adopter un dispositif voisin de celui de Funke et d'y adjoindre un spiromètre à eau (fig. 5).

On peut ainsi obtenir des expirations spontanées qui s'extériorisent, dans le spiromètre, par l'émission de bulles d'air.

Ce dispositif permet d'étudier les variations de la force élastique du poumon. Il suffit de placer, tout à tour, sur le trajet du tube qui relie le spiromètre à la trachée du lapin, des tubes avec orifices plus ou moins étroits qui constituent des obstacles bien définis. On recueille ainsi, à chaque expiration, avec chaque obstacle, une quantité d'air mesurée par le spiromètre à eau. La mesure de cette quantité d'air peut représenter les différents points d'une courbe.

Cette courbe « dynamo-spirométrique » rend compte de l'état mécanique du poumon de lapin.

FAITS QUI TRADUISENT LA FATIGUE DU POUMON DE LAPIN

En étudiant ainsi les variations de la force élastique du poumon, on observe, après un certain nombre de mensu-

rations, des phénomènes particuliers. Ces phénomènes se manifestent ou s'accusent après un certain nombre de mensurations et, par conséquent, semblent bien traduire un état de fatigue pulmonaire.

Ce sont :

Le phénomène du temps perdu;

Le phénomène de l'expiration arythmique;

L'abaissement du débit expiratoire.

EMPHYSÈME EXPÉRIMENTAL DU POUMON DE LAPIN

L'étude des courbes qui représentent la force élastique du poumon de lapin permettent d'analyser l'influence des insufflations fortes pratiquées à travers la trachée (emphysème expérimental).

De plus, nous avons utilisé la notion d' « *indice dynamo-spirométrique* » : c'est un rapport entre deux quantités d'air recueillies au spiromètre; l'une de ces quantités mesure la capacité vitale : elle est obtenue par des expirations pulmonaires à travers des obstacles peu résistants; l'autre, représente une quantité d'air inférieure à la capacité vitale : elle est obtenue à travers un obstacle bien défini, qui est plus résistant que les précédents à l'expiration pulmonaire.

Il a été possible, à l'aide de ces notions de courbe et d'indice « dynamo-spirométriques », d'étudier l'insuffisance progressive de l'élasticité pulmonaire à différents stades de son évolution.

« FORCE RESPIRATOIRE » CHEZ L'HOMME

Comme chez le lapin, la force expiratoire de l'homme peut se traduire par une courbe « dynamo-spirométrique ».

Chaque point de cette courbe est définie par un chiffre qui traduit la quantité d'air recueillie dans un spiromètre à eau; lorsqu'on fait réaliser, à travers un obstacle déterminé, une expiration maxima et unique (expiration qui fait suite à une inspiration maxima).

Les obstacles sont des cloisons perforées d'orifices circulaires dont le diamètre mesure 40, 20, 15 et 10 dixièmes de millimètres; d'où, quatre obstacles : XL, XX, XV et X.

Sur 54 cas pris, au hasard, dans un milieu rural, il n'y a qu'un seul sujet qui n'ait pas été capable de donner sa capacité vitale à travers l'obstacle XX; or, ce sujet n'est pas physiologique au point de vue pulmonaire.

La notion d' « indice dynamo-spirométrique », rapport

$$\frac{\text{CV}}{\text{X}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{capacité vitale}}{\text{q. d'air avec obstacle X}}$$

permet de classer suivant 2 groupes les 54 sujets sur lesquels a porté notre examen :

1^{er} groupe : Indice inférieur à 2 = 47 cas; pas un seul qui présente des signes fonctionnels attirant l'attention vers une affection respiratoire.

2^e groupe : Indice supérieur à 2 = 7 cas; 4 ne peuvent être considérés comme physiologiques au point de vue respiratoire; 2 autres sont des adolescents, en période de croissance, croissance surtout pulmonaire, comme le mon-

tre l'augmentation forte de la capacité vitale, après un an (à ce moment l'indice dynamo-spirométrique devenu inférieur à 2, les fait entrer dans le 1^{er} groupe).

Reste 1 cas avec indice supérieur à 2 et dont l'aspect est celui d'un sujet physiologique.

Cet indice dynamo-spirométrique — contrairement à la capacité vitale — n'a pas fait intervenir la notion de sexe, de taille ou d'âge.

LE POUMON, ORGANE AUTOMATIQUE

Avec le dispositif que nous avons décrit, après avoir mis le poumon du lapin en inspiration passive, par des moyens artificiels, on peut obtenir une expiration spontanée due à l'élasticité pulmonaire.

De plus, nous avons observé que, ce poumon, après avoir terminé son mouvement d'expiration à travers un obstacle suffisamment résistant, présentait un mouvement net d'inspiration suivi d'un mouvement d'expiration, sans que nous ayions utilisé aucun autre artifice pour provoquer ces phénomènes.

Ainsi, le poumon, *séparé de l'organisme du lapin*, a été capable d'effectuer un *mouvement inspiratoire dû à son activité propre*.

N'est-ce pas là un acte d'automatisme pulmonaire?

Vu le Doyen:

ROGER.

Vu et permis d'imprimer,

Le Recteur de l'Académie de Paris,

LAPIE.

Vu, le Président de thèse:

Emile SERGENT

BIBLIOGRAPHIE

- ARTHUS. — *Précis de Physiologie* (1920).
- GLEY. — *Traité de Physiologie* (1918).
- PESCHER. — *Entraînement respiratoire par la méthode spirosopique.*
- SERGEANT. — *Technique clinique médicale et Séméiologie.*
Traité de Pathologie médicale et de Thérapeutique appliquée (appareil respiratoire).
-



Angoulême. — IMPRIMERIE CENTRALE
